

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl.:

E 04 c, 2/46

E 04 b, 1/82

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.:

37 b, 1/74

37 a, 1/82

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 1949 657

Aktenzeichen: P 19 49 657.2

Anmeldetag: 26. September 1969

Offenlegungstag: 16. April 1970

Ausstellungspriorität: —

23

Unionspriorität

23

Datum: 30. September 1968

23

Land: Ungarn

31

Aktenzeichen: EE-1574

64

Bezeichnung: Leichtes Doppelwandkonstruktionselement für schalldämmende Wände

61

Zusatz zu: —

2

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Elektroakusztikai Gyar, Budapest

Vertreter: Meissner, Dipl.-Ing. W.; Tischer, Dipl.-Ing. H.; Patentanwälte, 1000 Berlin und 8000 München

72

Als Erfinder benannt: Huszty, Dénes; Illényi, Andrés; Varga, Alfréd; Budapest

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —
Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

ORIGINAL INSPECTED

4.70 009 816/1305

6/80

DT 1949 657

1949657

26.9.69

Patentanwälte
Dipl.-Ing. W. Meissner
Dipl.-Ing. H. Tischer
1 Berlin 33 (Grunewald)
Herbertstr. 22, Tel. 8 87 72 37.

Mjr
957/114

Elektroakusztikai Gyár , Budapest XIV, Fogarasi út 5, Ungarn

LEICHTES DOPPELWANDKONSTRUKTIONSELEMENT FÜR
SCHALLDÄMMENDE WÄNDE

Der Gegenstand der Erfindung ist ein doppelwandiges leichtes Konstruktionselement für schalldämmende Wände, das durch zwischen zwei Metallblechen von verschiedener Dicke eingesetzten Kunststoffschäum zusammengebaut ist. Das erfindungsgemäße Konstruktionselement mit sehr niedrigem spezifischen Gewicht erfüllt an sich, bzw. aus mehreren Elementen

957/14. ált./Kné

zusammeng baut die Rolle einer selbstständigen schalldämmenden Wand.

Dopp elwandige schalldämmend e Konstruktionen l mente sind bereits bekannt. Die miteinander parallel angeordneten Wände, als gekoppelte akustische Systeme, haben im Vergleich zu den einfachen Wandkonstruktionen eine vergrösserte Schalldämpfung [2]. Bei den bekannten Ausführungen wird der Aufbau der beiden Wände von starren Verbindungen gesichert, die wegen ihrer Schallübertragung in der Literatur als Schallbrücken genannt werden [4]. Die Schallübertragung einer solchen Doppelwand kann verringert werden, d.h. die Schalldämmung kann gesteigert werden, mit zwischen den beiden Wänden eingesetztem Dämpfungsmaterial, das im allgemeinen an der versteifenden Schallbrücke befestigt wird.

Die bereits bekannten Doppelwände, sowie das Wesen der Erfindung werden an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch den Querschnitt eines Doppelwand-Systems nach üblichem Aufbau,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der aus erfindungsgemässen Konstruktionselementen zusammengestellten schalldämmenden Wand in Vorderansicht,

Fig. 2/a den Schnitt nach der Linie A-A von Fig. 2,

Fig. 3 die mit den erfindungsgemäss angefertigten Versuchselementen erreichte Schalldämmungswerte in dB in Funktion der Frequenz.

Die Doppelwände werden theoretisch als Mass-Federsystem behandelt [1, 2]. Bei einem solchen System werden die erste Wandfläche 1, und die zweite Wandfläche 2, als Massen und die zwischen beiden Wände befindliche Luft, bzw. das dorthin eingebaute Material 3, als Feder aufgefasst. Zur Verbindung der Wandflächen 1 und 2 dienen steife Verbindungen 4. (Fig.) Ein solches System arbeitet im Frequenzbereich unter der eigenen Resonanzfrequenz als eine Einschallwand, im Frequenzbereich über der Resonanz-Frequenz wächst die Schalldämmung mit der Steilheit von 18 dB/Oktav in Funktion der Frequenz. Der Nachteil der Konstruktion besteht darin, dass die innere Wand-

schicht n ihren Koinzidenzdurchlass behalten und die schädlichen Wirkungen der beiden Schicht n könn n sich auch addieren.

Neuerdings w nd t sich das Interesse über die Konstruktionen von grossem spezifischen Gewicht, $1000-3000 \text{ kp/m}^2$, immer mehr den eher leichteren Konstruktionen mit max. 100 kp/m^2 spezifischem Gewicht zu. In der Literatur [3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12] werden immer mehr Veröffentlichungen, Untersuchungen und konstruktive Lösungen über verschiedene Formen der Doppelwände dargelegt. Solche Lösungen sind gerippter Gipskarton, poröser Gipsperlite, inkrustierte verdichtete Holzspäne, Asbestzement und harte, aus Polystyrolschaum mit geschlossenen Poren zusammengesetzte Sandwich-Konstruktionen in der, der Fig. 1 entsprechenden prinzipiellen Anordnung, weiters Polyester-Kunststoffschaum-Holzspäne, verschiedene Aluminium, Stahlgerippe und Holzrahmen-Konstruktionen mit Mineralglaswolle oder mit irgendwelchem porösen Dämpfungsmaterial ausgefüllt. Die Schalldämmung erreicht hierbei meistens die international genormten Werte [13, 14] nicht. Diese Tatsache weist, ausser der für diesen Themenkreis spezifische Konstruktions-Unsicherheit auch darauf hin, dass im Laufe der Entwicklung der Bauindustrie und Steigerung des gegen den Lärm geführten Kampfes die Doppelwandkonstruktionen eine immer grössere Rolle spielen werden.

Die von der Frequenz abhängige Schalldämmung der Doppelwandkonstruktionen wird bei niedrigen Frequenzen durch die Masse der Flächeneinheit bestimmt. Die Anwendung der bekannten London'schen-Theorie [6] ergibt eine gute Näherung der wirklichen Schalldämmung der Wand nur bei niedrigen Frequenzen, im ganzen Frequenzband charakterisiert^{sie} aber die Schalldämmung doch falsch. Bei höheren Frequenzen nämlich von einer sogenannten kritischen Frequenz, gilt die vereinfachte, Massendämmung annehmende Theorie der doppelwandigen Konstruktion (4) nicht mehr. Bei der kritischen Frequenz wird die Koppelung zwischen der Wand und der Luft, infolge der Koinzidenz (4) der in der Luft und in dem Material der Wand sich fortpflanzenden Wellen gedrängt und vermindert sich die Schalldämmung. Die sogenannte Koinzidenz-Übertragung wird durch die Verminderung der Dichte der Wand, in dem oberen Bereich des Frequenzbandes

verschoben. Wegen der verminderten Masse stellt die Konstruktion bei niedrigeren Frequenzen in schlechter Schalldämmung. Um die Schalldämmung auch hier auf gewünschte Werte halten zu können, soll die Konstruktion so ausgebildet werden, dass sie eine geeignete Masse habe, dabei aber wegen Verminderung der Koinzidenz-Übertragung gleichzeitig auch biegeschwingungsfähig bleibe. Die zurzeit bekannten Lösungen können diese beiden einander entgegengesetzten Anforderungen annähernd, im allgemeinen nur mit solchen Konstruktionen die mindestens 100 kp/m^2 spezifisches Gewicht haben, befriedigen.

Durch das zwischen die Wände verlegte Dämpfungsmaterial wird die erwähnte Koinzidenz-Übertragung verbessert. Das angewandte Dämpfungsmaterial ist im allgemeinen ein poröses Material mit offenen oder geschlossenen Poren, meistens Mineral- oder Glaswolle. Da die erwähnten Materialien keine genügende Festigkeit besitzen, gelang es bisher nicht, mit diesen, selbsttragende Konstruktionen auszubilden. Die aus der Dämpfungsmaterialien verfertigte Matte wird in der Praxis irgendwie, so. z.B. auf einem aufgespannten Drahtnetz befestigt. Dieses wird auf die, die Wände zusammenhaltende Stütz- und Halterippen montiert, die dadurch Schallbrücken bilden (3, 4). Das Dämpfungsmaterial dient gleichzeitig auch zur Dämpfung der zwischen den Wänden der Doppelwand entstehenden mehrfach reflektierten Schallwellen (3, 4, 8). Die erwähnten Schallbrücken dagegen setzen die Schalldämmung der Konstruktion natürlich herab.

Zurzeit steht keine Theorie zur Verfügung mit der der Konstrukteur eine exakte vorausbestimmte schalldämmende Wand planen könnte. Zwischen den Versuchsergebnissen sowie den aus den verschiedenen Theorien sich ergebenden Endwerten zeigte sich oft eine sehr bedeutende Abweichung (9). Neben den theoretischen Erwägungen sind folglich experimentelle Untersuchungen der Wandkonstruktionen in jedem Falle unerlässlich.

Der Zweck der Erfindung ist die oben erwähnten Schwierigkeiten in einer von den bisher bekannten abweichenden und gleichzeitig in einer vorteilhafteren Weise mit praktischen Methoden zu lösen.

Der Gegenstand der Erfindung ist in 1 icht s. Dopp lwand-konstruktionselement, w lches di Bes itigung der Schallbrücken rmöglicht, und auch ine gross Tragfähigkeit besitzt. Das Konstruktionselement wird nach der Erfindung von Metallblechen (1 und 2) mit entsprechender Masse, - zweckmässig aus Eisenblech - hergestellt, die vorteilhaft durch Kleben zu den viskoelastoplastischen-Kunststoffschaum mit offenen Poren (3) befestigt werden. Dieser erfüllt auch die Rolle des Distanzhalters und Dämpfers (Fig. 2 und 2a). Durch die Konstruktion werden alle Schallbrücken offensichtlich beseitigt und es wird durch Einkleben des Viskoelastoplastischen-Kunststoffschaumes zwischen die Metallbleche 1 und 2, eine selbsttragende Konstruktion mit grosser Tragfähigkeit und grosser Festigkeit hergestellt. Um die Koinzidenzüberführung zu vermeiden, werden die Bleche 1 und 2 voneinander verschieden, aber zweckmässig mit je einer Dicke von max. 3 mm eingebaut. Im Bereich der kritischen Frequenz wird der Schalldurchgang der doppelwandigen Konstruktionen durch Anwendung von Blechen verschiedener Dicke vermindert. Die Verminderung wird dadurch erreicht, dass die Eigenfrequenzen der Biegeschwingungen der einzelnen Bleche, wegen ihrer Dickendifferenz voneinander verschieden sind. Bei der in unseren Versuchen ausgebildeten Konstruktion von kleinstem spezifischen Gewicht, war das Blech 1 1 mm, das Blech 2 2 mm stark. Infolge der kleinen Masse der dünnen Bleche würde aber die Schalldämmung ohne besondere Massnahmen bei tiefen Frequenzen gering sein. Die Schalldämmung der Konstruktion wurde deshalb vergrössert, so das längsseitige Versteiferungsrippen (5, bzw. Rippen auf den Metallblechen 1 und 2, angewandt werden, damit die Grundmode der Biegeschwingung von Blech 1 und 2 unter 100 Hz liegen. Es wurde gefunden, dass die Gesamtmasse der Längsrippen 5, der 0,3-1,5-maligen Masse von Blech 1 und 2 sein soll. Die Zahl der Längsrippen 5, muss dagegen pro Meter und Blech mindestens eine, aber höchstens vier betragen.

Der angewandte visko lastoplastisch Kunststoffschaum, d r auss r der Aufgab der Distanzhaltung auch di inner Dämpfung der doppelwandigen Konstruktion rhöht, verschluckt

auch die reflektierten Wellen zwischen den beiden Wänden. Zur Errichtung der entsprechenden Dämpfung soll der Kunststoffschaum unseren Versuchen gemäß einen Strömungswiderstand von mindestens $0,5 \cdot 10^4 \text{ N sec m}^{-4}$ besitzen, seine Dicke soll mindestens 10 mm betragen.

Um den Zusammenbau von erfindungsgemässen Konstruktionselementen zu ermöglichen, bzw. einfache Anschlüsse mehrerer solcher Konstruktionselemente aneinander zu sichern, dient das Abbiegen der Kanten von Blech 1 und 2 in gleicher oder stellenweise in entgegengesetzter Richtung, und in den abgebogenen Kanten befindlichen Löcher 6 angebrachte Bindeelemente. Das zweckmässige Abbiegen der Bleche erfolgt so, dass die Ebene der Abbiegung senkrecht auf der Ebene der Bleche steht. Die Abbiegung der Kanten der Bleche ist am Rand entlang überall identisch, oder stellenweise entgegengesetzt, abhängig von der Ausbildung der Konstruktion.

Zur Verbindung der einzelnen Elemente dienen zweckmässig lösbare, oder unlösbare Verbindungselemente.

Die in Fig. 3 gezeigten Schalldämmungswerte als Funktion der Frequenz werden bei einer versuchsweise ausgeführten aus verschiedenen Konstruktionselementen zusammengabauten Wand mit Konstruktionselementen von je 50 kp/m^2 spezifischen Gewicht und je 2 l m^2 Fläche erreicht. Die Stärke der verwendeten Bleche beträgt 1 und 2 mm, mit je Blech und pro Meter Länge wurden 3 Stück einzeln 3,8 kp schwere Längsversteifungsrippen angebracht, die parallel mit der Längskante der Bleche und voneinander in caa 250 mm Entfernung angebracht wurden. Die Stärke des zwischen den Blechen befindlichen Polyestergrundstoff-Kunststoffschaums beträgt 80 mm, der spezifische Strömungswiderstand war $0,8 \cdot 10^4 \text{ N sec m}^{-4}$. Die Bleche wurden durch einen Kunstgummigrundstoff-Klebstoff mit Lösungsmittel an den Polyestergrundstoff-Kunststoffschaum angeklebt. Die durchschnittliche Schalldämmung betrug - bei einer Wand von 6 m^2 Oberfläche gemessen - 47,5 dB, bezogen auf 1 m^2 der Fläche und auf ein 0-Niveau von $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$.

Mit den erfindungsgemässen Konstruktionselementen können also doppelwandig, leichte schalldämmende Wände mit einem spezifischen Gewicht um caa 50 kp/m^2 angefertigt werden. Das

Flächengewicht ist recht klein und die durchschnittliche Schalldämmung dieser Art ist gross. Die Wandlemente sitzen auch gut mechanische Festigkeitswerte.

PATENTANSPRÜCHE

1. Doppelwandiges leichtes Konstruktionselement für schalldämmende Wände, bei dem zwischen zwei zu einander parallel angeordneten Metallblechen Schallschluckstoff eingelegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei - zweckmässig in Ziegelformat - angeordneten Metallbleche (1, 2) voneinander verschiedene aber höchstens eine Dicke von 3 mm haben und parallel zur längeren Kante der Metallbleche je Meterlänge mindestens mit einer Versteifungsrippe (5) versehen sind, wobei die Gesamtmasse der Versteifungsrippe(n) das 0,3-1,5-mal der Masse der Metallbleche beträgt, dass zwischen den Metallblechen (1, 2) sich ein viskoelastoplastischer Kunststoffschäum von offenen Poren (3) befindet, dessen Kontur der der Metallbleche entspricht, eine Dicke von mindestens 10 mm und einen spezifischen Strömungswiderstand von mindestens $0,5 \cdot 10^4 \text{ N sec m}^{-4}$ hat, und schliesslich dass die Metallbleche (1, 2) mit ihrer Fläche an die zwei grössten Flächen der Kunststoffschäum-Ziegelform (3) - zweckmässig durch Kleben - angeschlossen sind.

2. Doppelwandiges leichtes Konstruktionselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahl der Versteifungsrippen (5) je Meter höchstens vier beträgt.

3. Doppelwandiges leichtes Konstruktionselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanten der Metallbleche (1, 2) rundherum abgebogen sind, - zweckmässig senkrecht zu der Ebene des Bleches, - und zwar überall in gleicher, oder stellenweise in entgegengesetzter Richtung, und dass die abgebogenen Kanten zur Verbindung der Elemente mit Öffnungen (6) für lösbare oder unlösbare Verbindungselemente versehen sind.

009816/1306

Dr. Patentanwalt
Dipl.-Ing. V. W. Meissner
Dipl.-Ing. H. Meissner

V röffentlichungen zum Stand d r T chnik

- [1] E. Wintergerst: Schalltechnik IV. (1931) 85
- [2] L. Cremer: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik III. S. Hirzel Verlag, Leipzig, 1950.
- [3] G.M. Harris: Handbook of Noise Control. Mc.Graw Hill, New-York, Toronto, London, 1957.
- [4] L.L.Beraneck: Noise Reduction Mc.Graw Hill, New-York 1960
- [5] L.L.Beraneck; G.A. Work: J. Acoust.Soc.Am. 21 (1949) 419
- [6] A. London: J. Acoust.Soc.Am. 22 (1950) 270
- [7] G.A. Joergen: Norwegian Building Res.Inst.R.38.Oslo, 1963
- [8] A.E. Turner, W.D. Robinson: Applied Acoust, 1 (1968) 73
- [9] K.A. Mulholland, N.D. Parbock, A. Cummings: J.Sound.Vib. 6 (1967) 324
- [10] S.C.A.F. Cahiers du C.S.T.R. 74.sz. 636. Heft Juni 1965.
- [11] ÉGSZI 380/8. Studie: Könnyű falszerkezetek (Leichte Wandkonstruktionen) Bp. 1967.
- [12] ÉTI. (Forschungsraport) No. 1. 208. Budapest 1968
- [13] Deutsche Industrie-Normen, DIN - 4109 September 1962 - April 1963
- [14] Épületek és épületszerkezetek akusztikai vizsgálata (Akustische Untersuchung von Gebäuden und Baukonstruktionen) - ÉTI ME 83-65. sz. Műszaki előírás (Technische Vorschriften) No. 83-65. Budapest, 1965.

-M-

Bel g xemplar
Darf nicht geändert werden

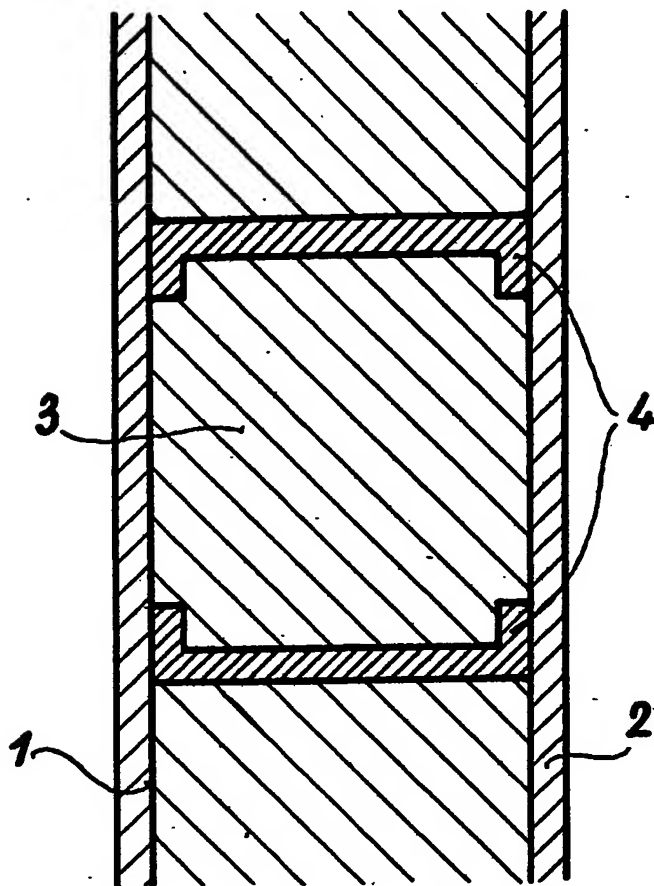


Fig. 1

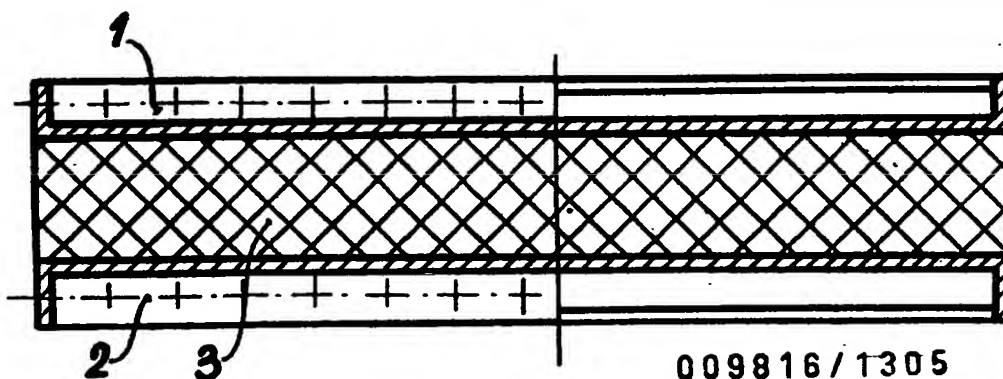


Fig. 2a

009816/1305

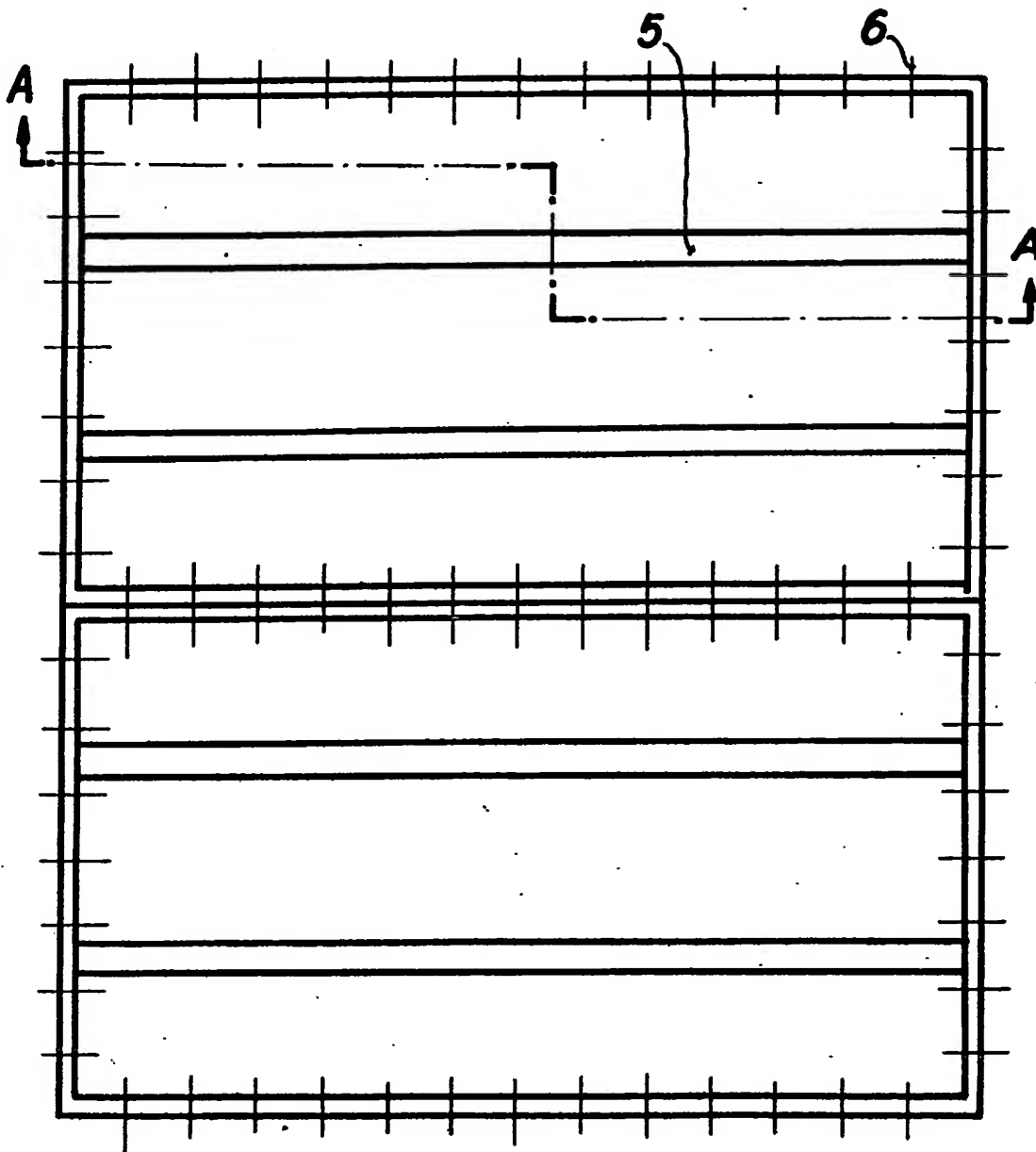


Fig. 2

009816/1305

1949657

-10-

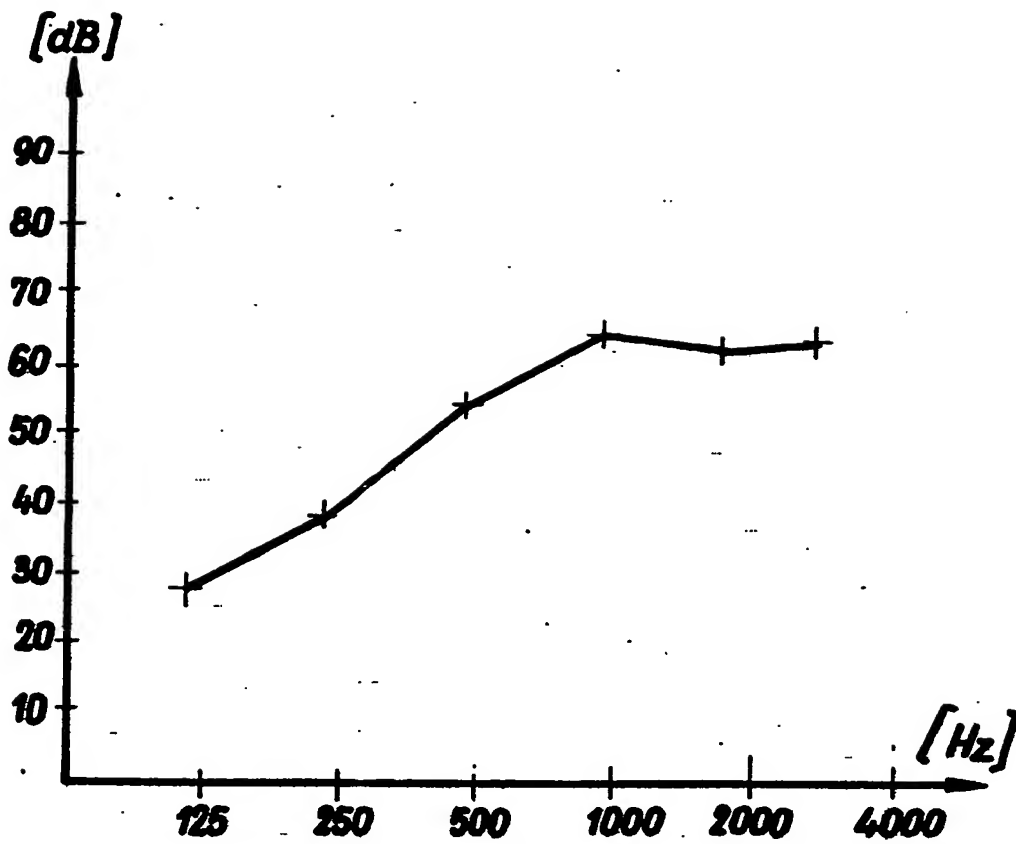


Fig. 3

009816/1305